Niveau(x) d'enseignement: 7 Numéro EDUQ : 8270875
Centre d'intérêt: 874

Cervera, Daniel.

L'enseignement des automatismes assisté par ordinateur / Daniel Cervera. -- Valleyfield : Collège de Valleyfield ; [Québec] : Direction générale de l'enseignement collégial, 1982.
vi, 71 p. ; 28 cm.

Code: 99-8023. Bibliographie: p. 69-71.

ISBN 2-550-05274-9

Cote Dewey: 629.8'07'71/C419e Cote LC: TJ/213

Descripteur(s): *Techniques physiques *Utilisation de l'ordinateur *Habileté d'apprentissage *Evaluation de l'apprentissage *Collégial (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Traitement des données *Techniques de la mécanique 241-270 *Automatismes 241-270

Dans le cadre d'un enseignement des automatismes, l'auteur se propose de développer un procédé permettant de réduire au maximum les aspects les plus rébarbatifs de l'étape du traitement des données et de tenter de vérifier si l'utilisation de ce procédé affecte le niveau d'apprentissage des élèves. Pour ce faire, il tente de réaliser le traitement des données des problèmes d'automatismes au moyen d'un ordinateur. Cela devrait permettre des économies de temps et donc une redistribution des temps d'apprentissage qui rende possible un plus grand développement des habiletés d'application et surtout d'analyse.

L'expérimentation porte sur deux groupes d'élèves: un groupe qui réalise les apprentissages avec l'ordinateur et un groupe de contrôle qui les réalise sans ordinateur. Ils ont été constitués à partir des 18 élèves inscrits au cours "Automatismes, 241-270" du programme de Technologie de la mécanique au Collège de Valleyfield. Ces étudiants en sont à leur deuxième année d'études collégiales. Des tests objectifs ont été utilisés comme instruments de mesure.

L'utilisation de l'ordinateur a permis, tel que prévu, une réduction substantielle du temps nécessaire aux élèves pour faire le traitement des données. Les résultats mesurés aux deux tests administrés pendant l'expérimentation tendent à démontrer que les élèves du groupe expérimental atteignent à la fin un plus haut degré d'habileté, d'application et d'analyse. Pour ce qui est de l'application, il y a cependant eu d'abord une baisse chez les élèves du groupe expérimental par rapport à ceux du groupe contrôle, car l'utilisation de l'ordinateur demande nécessairement un certain temps d'adaptation.

Type de document: r

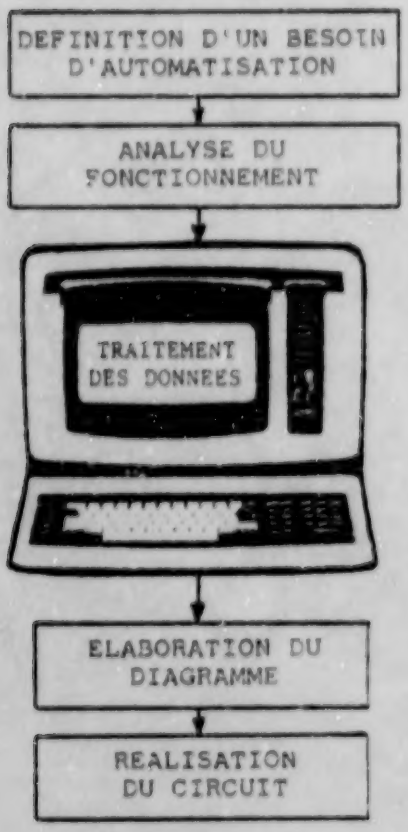
Région(s) administrative(s): 062
Financement: Bénéficiaire - Collège de Valleyfield
Organisme(s) source(s) - MEQ-DGEC
Programme(s) de subvention - SRD
Auteur de l'analyse: jr

EDUQ 8270875

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Education
Direction générale
de l'enseignement collégial

99-8023

L'ENSEIGNEMENT DES AUTOMATISMES ASSISTE PAR ORDINATEUR



Daniel Cervera
Professeur

COLLÈGE DE VALLEYFIELD

169, rue Champlain, Valleyfield, J6T 1X6 – (514) 373-9441

L'ENSEIGNEMENT DES AUTOMATISMES ASSISTE PAR ORDINATEUR

DANIEL CERVERA
PROFESSEUR

COLLEGE DE VALLEYFIELD
30 JUIN 1982

EDUQ 8270875

Cette recherche a été réalisée grâce à une subvention accordée par la Direction générale de l'enseignement collégial dans le cadre du Programme de Subvention à l'Innovation Pédagogique.

Il est possible d'obtenir des exemplaires supplémentaires de cette publication au coût de 3.00$ à la

Direction des Services Pédagogiques
Secteur Vie Pédagogique
Collège de Valleyfield
169 Champlain
Valleyfield
J6T 1X6

Tél.: (514) 373-9441

Remerciements

L'auteur tient à remercier très sincèrement les nombreuses personnes qui, directe ou indirectement, ont collaboré à la réalisation de ce projet. Il est particulièrement reconnaissant envers les personnes suivantes du Collège de Valleyfield: monsieur André Leboeuf, responsable du service de l'informatique, qui a travaillé avec acharnement à la réalisation du logiciel; monsieur Pierre Harrison, conseiller pédagogique, pour son support prolongé et sa compréhension, et monsieur Paul Vassart, professeur, pour ses multiples conseils et son aide précieuse tout au long du projet.

TABLE DES MATIERES

Remerciements iii

CHAPITRE I
PRESENTATION 1

1. Introduction 3
2. Définition du problème 5
3. Objectifs du projet 9
4. Enoncé de l'hypothèse 9
5. Démarche 10

CHAPITRE II
LE LOGICIEL 11

1. L'Etat de la question 13
2. Choix pédagogiques 14
3. Choix technologiques 15
4. Elaboration du logiciel 16

CHAPITRE III
METHODOLOGIE 18

1. Méthodologie 20
2. Devis expérimental 20
3. Constitution de l'échantillon 21

4. Contexte général 22

5. Constitution des groupes 22

6. Les instruments de mesure 25

CHAPITRE IV
DEROULEMENT DE L'EXPERIMENTATION 26

1. Déroulement de l'expérimentation 26

2. Description des phases 28
   2.1 Première phase 28
   2.2 Deuxième phase 29
   2.3 Troisième phase 31
   2.4 Quatrième phase 32

3. Nature des objectifs d'apprentissage 33
   3.1 Première phase 34
   3.2 Deuxième phase 34
   3.3 Troisième phase 35
   3.4 Quatrième phase 35

4. Les différents traitements 36

CHAPITRE V
ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS 37

1. Analyse et interprétation des résultats 39

2. Choix du test pour l'analyse des données..... 39

3. Résultats du premier test 40

4. Résultats du deuxième test 43

5. Interprétation des résultats 47

CHAPITRE VI
CONCLUSIONS 50

ANNEXE I: Elaboration du logiciel 54

ANNEXE II: Test non paramétrique de Wilcoxon - Table des valeurs limites de T..... 60

ANNEXE III: Les contenus de cours traités 63

BIBLIOGRAPHIE 69

CHAPITRE I

PRESENTATION

Présentation

1. INTRODUCTION

L'enseignement des automatismes dans le programme de Technologie de la mécanique est relativement récent: 1975-76. Son introduction fait partie d'un ensemble de nouveaux cours qui sont venus modifier assez profondément la substance des enseignements de cette concentration.

De façon générale, les changements apportés se voulaient une réponse aux réalités industrielles et aux orientations nouvelles qui visaient à développer le secteur secondaire au Québec, notamment, l'industrie de la transformation mécanique. Ces changements allaient dans le sens de privilégier davantage, chez les élèves, le développement de leurs capacités d'analyse et d'organisation du travail et de conception de nouveaux systèmes et procédés industriels.

Pour ce faire, il a fallu non seulement introduire des nouveaux cours et réviser en profondeur les contenus de certains cours existants, mais surtout amener les enseignants à modifier certaines approches pédagogiques. L'utilisation de «recettes» et l'approche empirique et intuitive devaient céder leur place au support théorique, à la méthodologie et à la planification du travail.

On a, en quelque sorte, intellectualisé davantage les enseignements.

De façon plus spécifique, l'introduction de l'enseignement des automatismes dans le programme de Technologie de la mécanique s'inscrit dans un contexte technologique particulier: à l'origine, la partie «commande» (dite aussi partie «intelligente» ou «logique») des circuits d'automatisation était presque exclusivement réalisée avec des technologies électromagnétiques (relais). Par contre, la partie «puissance» (ou «muscle»), de par la nature même des applications, était souvent et de plus en plus réalisée avec des technologies hydrauliques ou pneumatiques, qui relèvent toutes les deux du champ de la mécanique. Plus récemment, des développements technologiques importants se sont produits autant dans le domaine de l'électrotechnique, avec l'utilisation massive de la microélectronique, que dans le domaine de la mécanique, avec l'apparition de cellules logiques pneumatiques et la miniaturisation des composants, accompagnée de la diminution substantielle de leur coût relatif.

Ces développements ont fait en sorte que, désormais, des solutions technologiques «tout-pneumatique» ou encore «pneumatique-hydraulique» qui, finalement , constituent toutes les deux des solutions «tout-mécanique», soient non seulement possibles mais souhaitables.

Ces nouvelles possibilités technologiques, reliées aux besoins croissants d'automatisation des productions et des fabrications industrielles sont venues modifier l'équilibre des responsabilités professionnelles et, en ce qui nous concerne, ont créé de nouveaux domaines de compétence et ouvert de nouveaux champs d'action.

Il devint donc nécessaire d'inclure dans la formation des techniciens en mécanique, les apprentissages nécessaires dans ce nouveau domaine qui, par ailleurs, est encore en plein développement.

2. DEFINITION DU PROBLEME

Les enseignants en technologie de la mécanique ne pouvaient pas dès le départ, et par la force des choses, être des experts dans la matière dans ce nouveau champ de leur profession. La plupart d'entre eux ont dû adapter, tant bien que mal, leurs connaissances empiriques et très hétérogènes à un nouveau contenu de cours qui présupposait une bonne structuration des connaissances théoriques.

Par ailleurs, l'industrie spécialisée dans le domaine, en pleine évolution, n'était pas en mesure d'exercer un leadership réel du point de vue de la méthodologie à suivre pour la conception de circuits d'automatisation. Maintes fois, au cours de nos travaux, nous avons été forcés de constater que, même actuellement, un bon nombre de techniciens qui évoluent dans cette industrie spécialisée, accumulent, avec l'expérience, des «trucs» qui finalement constitueront un certain bagage de connaissances, mais combien hétérogènes, peu articulées et fortement teintées par le hasard du cheminement professionnel de chacun.

L'industrie étant traditionnellement une source d'inspiration privilégiée des enseignants, il n'est pas surprenant que les enseignements donnés aux collèges reflètent ces mêmes tendances.

On comprendra facilement qu'il s'agit là d'un contexte idéal à la prolifération des «méthodes-miracle» et à la course aux nouvelles trouvailles qui procurent des solutions toutes faites. Dans ce contexte, l'enseignement des automatismes peut rapidement devenir le lieu par excellence pour fonctionner au moyen de «boites noires» que les élèves apprennent à «tricoter», souvent par la méthode d'essai-erreur.

De toute évidence cette approche donne des résultats à très court terme mais s'avère décevante par la suite au niveau de la transférabilité des apprentissages et de la généralisation des situations. De plus, les résultats obtenus n'expriment généralement pas la condition minimale de fonctionnement ce qui se traduit par une surconsommation de matériel.

A l'opposé, une autre approche faisant appel à une formation théorique de base, au développement de la pensée logique et de l'esprit d'analyse selon un cheminement structuré et rigoureux, est certainement mieux en mesure d'éviter les problèmes mentionnés. Cette approche demande d'aborder le traitement des problèmes d'automatismes selon un processus général dont la description des grandes étapes peut s'illustrer par le schéma suivant:

ETAPES DU PROCESSUS GENERAL	DESCRIPTION DES ETAPES
ENONCE D'UN BESOIN D'AUTOMATISATION	Consiste essentiellement à bien définir le problème.
ANALYSE DETAILLEE DU FONCTIONNEMENT LOGIQUE	Consiste à obtenir les donnrées des différentes conditions logiques qui doivent gérer le fonctionnement de l'automatisme étudié.
TRAITEMENT DES DONNEES	Consiste à traiter les données de l'analyse en appliquant un ensemble de lois et de mecanismes fort complexes, pour aboutir à des équations logiques de fonctionnement.
ELABORATION DU DIAGRAMME	Consiste à ordonnancer, à déterminer la nature des différents composants et à en élaborer le diagramme.
REALISATION DU CIRCUIT EN LABORATOIRE	Consiste à sélectionner les composants, à réaliser les interconnexions et à vérifier le fonctionnement du circuit.

Ce processus s'avère, cependant, d'application complexe et exigente. Il comporte certains aspects très rébarbatifs où les apprentissages sont peu substantiels. Tel est le cas pour l'ensemble des opérations reliées à l'étape du traitement des données, pendant laquelle l'élève doit appliquer de façon répétée des mécanismes de traitement qu'une fois compris et justifiés, ne présentent aucun intérêt. C'est aussi une étape parsemée de possibilités d'erreurs et la plus longue. En fait, elle peut représenter facilement 50% du temps de tout le processus selon le degré de complexité du problème traité.

Somme toute, l'approche en question est susceptible de produire à plus long terme des résultats nettement supérieurs en ce qui a trait à son utilisation comme outil de résolution de problèmes d'automatisme, par rapport à des méthodes plus artisanales basées sur l'expérience et le «savoir faire» professionnel des individus.

Toutefois, un certain plafonnement apparaît, quand même, alors que la complexité d'analyse des problèmes traités augmente et que le temps nécessaire pour faire le traitement des données prend une importance démesurée.

Il devient alors clair que les efforts des élèves gagneraient à être réorientés.

3. OBJECTIFS DU PROJET

Comme nous venons de l'établir, l'utilisation d'une démarche rigoureuse n'est pas à l'abri de contraintes qui méritent la plus grande attention.

C'est ainsi que le présent projet se propose, dans un premier temps, de développer un procédé permettant de réduire au maximum les aspects les plus rébarbatifs de l'étape du traitement des données, et, dans un deuxième temps, nous tenterons de vérifier si l'utilisation de ce procédé affecte le niveau d'apprentissage des élèves.

Pour y arriver, on se propose de réaliser le traitement des données au moyen d'un ordinateur, de telle sorte que les économies substantielles de temps qui seront réalisées, puissent permettre une redistribution des temps d'apprentissage, rendant possible un plus grand développement des habiletés d'application et surtout d'analyse.

4. ENONCE DE L'HYPOTHESE

L'hypothèse orientée que nous tenterons d'infirmer ou de confirmer au cours de l'expérimentation peut s'énoncer ainsi:

Hypothèse orientée H_1

Il existe une différence significative en termes d'accroissement des habiletés développées chez les élèves qui utilisent l'ordinateur pour faire le traitement des données d'un problème d'automatismes (groupe expérimental), par rapport à ceux qui ne l'utilisent pas (groupe contrôle), la différence étant en faveur des premiers.

On entend par habiletés développées, des capacités intellectuelles du domaine cognitif telles que définies selon la taxonomie de Bloom, aux niveaux 3.00: Application et 4.00: Analyse.(1)

5. DEMARCHE

Afin de vérifier l'hypothèse émise, nous allons procéder selon la démarche suivante:

1° Elaboration d'un logiciel pour réaliser le traitement des données.

2° Expérimentation du logiciel en milieu d'apprentissage pour mesurer les effets de son utilisation sur les habiletés développées par les élèves.

3° Analyse et interprétation des données de l'expérimentation.

4° Conclusion

---

(1) Bloom, B.S., Taxonomy of Educational Objectives, in Handbook 1: Cognitive domain, David McKay, N. Y., 1956.

CHAPITRE II

LE LOGICIEL

Le logiciel

1. L'ETAT DE LA QUESTION

Ce projet se propose d'utiliser l'ordinateur comme support aux apprentissages. Plus spécifiquement, en tant qu'outil pédagogique disponible dans une salle de cours pour faire le traitement des données de problèmes d'automatismes, selon la méthode matricielle dérivée de Karnaugh.

La spécificité de l'application explique surement que nous n'ayons pas été en mesure de repérer aucune application pédagogique de l'ordinateur équivalente. De tous les ouvrages et rapports de recherche consultés, deux seulement impliquent l'utilisation de l'ordinateur dans un domaine connexe à celui qui nous occupe:

° Le rapport de William P. Love de l'Université de l'Etat de la Floride, datant de 1969, où l'ordinateur est utilisé pour dispenser des leçons (Computer Assisted Instructions) sur l'algèbre de Boole.

° L'ouvrage de William I. Fletcher, «An Engineering Approach to Digital Design», 1978, Prentice-Hall, présente un programme préparé par le département de Génie Electrique de l'Université de l'Etat de l'Utha, en 1977, pour déterminer, essentiellement, l'expression minimale d'un problème d'algèbre de Boole.

Ce programme ne réalise qu'une petite partie du traitement que nous nous proposons de faire. Par ailleurs, il n'est pas possible de l'utiliser avec un micro-ordinateur dans une salle de cours et, de plus, le traitement ne permet pas l'interaction avec l'usager. Pour toutes ces raisons, il ne constitue pas le type d'outil pédagogique que nous recherchions.

Il a donc fallu que nous développions, en premier lieu, un logiciel convenable.

Les prochaines pages expliquent la nature des choix pédagogiques et technologiques qui ont déterminé la forme du logiciel qui est présenté à l'Annexe I.

2. CHOIX PEDAGOGIQUES

Le logiciel que nous devions développer étant par dessus tout un outil pédagogique, une aide aux apprentissages, nous avons établi, dès le départ, que l'élève devrait pouvoir en contrôler et en diriger le déroulement, c'est pourquoi, le logiciel travaille de façon entièrement interactive.

La durée du traitement était aussi un aspect important mais, au traitement en lot, avec sa grande puissance, nous avons préféré le traitement avec micro-ordinateur dans la salle de classe. Encore là nous avons choisi de donner aux élèves un maximum de flexibilité

en leur permettant d'avoir accès aux appareils à tout moment pendant le cours, même si nous étions conscients que la vitesse de traitement des micro-ordinateurs pouvait s'avérer parfois un peu décevante.

Probablement, la solution idéale aurait été l'utilisation de terminaux périphériques reliés à un ordinateur central mais nous ne disposions pas des équipements nécessaires.

3. CHOIX TECHNOLOGIQUES

Une fois la décision prise de se servir de micro-ordinateurs dans la salle de cours, les choix du type (Radio SHACK, TRS-80 MODELE I et III) ainsi que du langage de programmation (BASIC) ont été guidés simplement par la disponibilité des appareils et par l'universatilité de l'utilisation du langage.

Pour la version actuelle du programme, une mémoire de 35K s'avère largement suffisante. Le nombre de variables d'entrée plus le nombre de mémoires ne doivent pas excéder huit; ce qui est très supérieur aux besoins du projet. Par ailleurs, le programme peut être facilement modifié pour augmenter ce nombre.

Finalement, nous sommes persuadés qu'une version du programme compilée en langage machine serait nettement plus performante mais, malheureusement, nous ne disposions pas du compilateur adéquat au moment de l'expérimentation.

4. ELABORATION DU LOGICIEL

Le logiciel réalise tout le traitement des données selon la méthode matricielle dérivée de Karnaugh.

Essentiellement, le processus comprend les étapes suivantes:

1° Entrée de la matrice primitive au complet: nombre de variables d'entrée, nombre de lignes, valeurs des cases ainsi que le nombre et les valeurs des sorties. (Des possibilités de correction et de modification sont prévues).

2° L'ordinateur procède à la construction de la matrice contractée. Une première solution de matrice contractée à partir de la première ligne sera proposée (affichée) pour traitement ultérieur.

3° A ce stade l'élève doit décider si la matrice contractée est convenable. Si non, l'ordinateur produira une nouvelle matrice contractée à partir de la deuxième ligne, et ainsi de suite.

4° Si oui, l'ordinateur procède à l'élaboration de la matrice de chacune des sorties. Il y a d'abord affichage des valeurs de la matrice, puis traitement de celle-ci pour le regroupement des cases qui donnera l'expression minimale. Les termes de l'équation sont affichés.

5° Elaboration de la matrice de chacune des mémoires, regroupement des cases et recherche de l'expression minimale comme pour l'étape 4.

Il est à noter que le traitement peut se faire, au choix, pour des applications technologiques monostables ou bistables.

Une description plus détaillée du logiciel est donnée à l'Annexe I.

CHAPITRE III

METHODOLOGIE

1. METHODOLOGIE

Afin de vérifier l'hypothèse émise, nous avons employé le devis expérimental que nous décrivons dans ce troisième chapitre. Aussi nous exposerons le contexte expérimental, c'est à dire, la constitution de l'échantillon, le contexte général de l'expérimentation, la formation des groupes et les instruments de mesure utilisés.

2. DEVIS EXPERIMENTAL

Le devis expérimental utilisé pour cette étude peut se représenter par le diagramme suivant:

Groupe expérimental	GE $\longrightarrow$ X $\longrightarrow$ Y_1 $\longrightarrow$ X $\longrightarrow$ Y_2
Groupe contrôle	GC $\longrightarrow$ Y_1^1 $\longrightarrow$ Y_2^1

où:

X = variable indépendante ou expérimentale
(l'utilisation de l'ordinateur)

Y = variable dépendante
(résultats obtenus)

Les résultats comparés seront:

Y_1 avec Y_1'	et	Y_2 avec Y_2'

mesurés à deux moments différents de l'expérimentation.

Ce devis implique que l'expérimentation portera sur deux groupes d'élèves. L'un d'eux constituera le groupe expérimental et réalisera les apprentissages avec l'ordinateur (variable expérimentale). L'autre sera le groupe contrôle et réalisera les apprentissages sans l'ordinateur. Les différences entre ces deux traitements seront développées au chapitre 4.

3. CONSTITUTION DE L'ECHANTILLON

Il s'agit des dix huit (18) élèves, tous de sexe masculin, inscrits au cours «Automatismes, 241-270» (60 heures) du programme de Technologie de la mécanique, à l'enseignement régulier au Collège de Valleyfield.

Tous les sujets participants en étaient à leur 2^e année (4^e session) d'études collégiales, à l'exception d'un qui reprenait le cours suite à un échec, pour qui il s'agissait de la 3^e année (6^e session). Le hasard a déterminé qu'il fasse partie du groupe contrôle. Tous les sujets avaient entre 18 et 20 ans, sauf deux qui avaient 21 et 22 ans.

4. CONTEXTE GENERAL

Dès le départ, tous les élèves ont été mis au courant de la nature et des modalités de l'expérimentation.

Les mêmes tests ont été administrés, au même moment, à tous les élèves réunis.

Le temps de contact élèves-professeur a été identique pour les deux groupes. L'horaire des cours était équivalent:

pour un groupe:

Mardi, de 8h00 à 10h00 et mercredi, de 10h00 à midi.

pour l'autre groupe:

Mardi, de 10h00 à midi et mercredi de 8h00 à 10h00.

Pour le groupe expérimental on disposait de deux micro-ordinateurs dans la salle de cours. Les élèves y avaient accès à tout moment pendant les heures de cours.

5. CONSTITUTION DES GROUPES

L'objectif étant de former deux groupes d'élèves qui, dans l'ensemble, présenteraient des caractéristiques de performances académiques passées le plus semblables possible, nous avons commencé par la formation de paires d'étudiants selon les critères développés ci-après. Le sort a décidé par la suite, qui, de chaque paire, ferait partie du groupe expérimental et du groupe contrôle.

Le cours n'exigeant pas de prérequis formel comme tel, on a retenu les deux critères suivants pour la formation des paires.

1° La moyenne des écarts à la note moyenne du groupe obtenue pour l'ensemble des cours au collégial. La note brute comme telle a été délaissée au profit de l'écart à la moyenne car celui-ci est plus significatif. En effet, une note brute de 70% obtenue dans un cours où la moyenne du groupe était de 72% aurait la même signification qu'une note brute de 70% obtenue dans un cours où la moyenne du groupe serait de 62%. Par contre, si on considère les écarts à la moyenne, on obtient -2% (70% - 72%) et +8% (70% - 62%) respectivement, ce qui est plus révélateur de la performance réelle de l'étudiant comparée à celle du groupe.

2° La note moyenne obtenue aux deux tests portant sur les connaissances acquises pendant la 1re phase de l'expérimentation (voir page 29).

Un troisième critère a été analysé: c'est la note aux cours de mathématiques. Ce critère a été finalement abandonné car, dans la plupart des cas, il donnait des observations très proches des autres critères, tandis que dans les autres cas, il donnait des observations aberrantes (cours échoués parfois repris, parfois non, abandons, ...).

Finalement l'âge variant peu (18-20 ans) n'a pas été retenu comme critère significatif. Deux cas faisant exception (21 et 22 ans), le hasard a fait qu'ils soient allés un dans chaque groupe.

Le tableau suivant rend compte du profil des deux groupes de neuf élèves chacun.

Tableau no 1

CRITERE		Groupe expérimental	Groupe contrôle
Moyenne des écarts à la note moyenne (ensemble de cours au collégial)	10% +	1	1
	5% +	1	2
	0% +	3	4
	- 5% +	2	1
	-10% +	2	1
Note moyenne aux deux tests de la 1re phase	90% +	0	1
	80% +	4	2
	70% +	4	5
	60% +	1	1

On peut observer que le groupe contrôle présentait un certain avantage par rapport au groupe expérimental pour le moins en ce qui a trait au premier critère. Tel ne semble pas le cas pour ce qui est du deuxième critère car, malgré un déséquilibre au niveau de la valeur de 90%, il y a une contrepartie au niveau des 80% et 70%.

6. LES INSTRUMENTS DE MESURE

Des tests objectifs ont été utilisés comme instrument de mesure. Les deux tests administrés pendant la première phase (voir Chapitre IV) impliquaient les cotes taxonomiques 1.00: Connaissance, 2.00: Compréhension et 3.00: Application, d'après la taxonomie de Bloom (domaine cognitif). Il est à noter, cependant, que les résultats à ces deux tests ont été utilisés pour la constitution des groupes tel que mentionné précédemment. C'est dire qu'ils n'ont pas été considérés pour fins d'analyse et d'interprétation des résultats.

Les tests objectifs administrés à la fin des deuxième et quatrième phases (voir chapitre IV) comprenaient 47 et 50 items respectivement répartis selon les cotes taxonomiques suivantes:

COTES	1er Test	2e Test
3.00: Application	20 items	25 items
4.00: Analyse	27 items	25 items

Les résultats obtenus sont présentés aux tableaux 2 à 5 du Chapitre V et constituent les seuls faisant l'objet de l'analyse et de l'interprétation des résultats présentés dans ce chapitre.

Ces tests ont été construits selon les normes d'usage concernant la validité et la fidélité interne. Cependant, ils n'ont pas fait l'objet d'une pré-expérimentation.

CHAPITRE IV

DEROULEMENT DE L'EXPERIMENTATION

Déroulement de l'expérimentation

1. DEROULEMENT DE L'EXPERIMENTATION

Dans cette partie du travail nous allons décrire, dans un premier temps, chacune des quatre phases qu'a comporté l'expérimentation. Dans un deuxième temps, nous dégagerons les différences entre les traitements du groupe expérimental et du groupe contrôle.

Cette dualité dans les traitements définit notre variable expérimentale comme nous l'avons souligné précédemment, à savoir, l'utilisation ou la non utilisation de l'ordinateur.

2. DESCRIPTION DES PHASES

2.1 Première phase:

Pendant une durée de cinq semaines, l'ensemble des dix-huit élèves, réunis en un seul groupe, ont reçu une formation de base, surtout théorique, uniforme et identique. La didactique utilisée a été de type traditionnel, c'est-à-dire: court exposé magistral, suivi de démonstrations et d'exemples entrecoupés de questions orales, le tout complété par des exercices et des problèmes que les élèves solutionnaient en classe et que le professeur reprenait au tableau par la suite. S'il y avait lieu, des exercices de laboratoire étaient aussi réalisés.

L'objectif principal de cette première phase était d'assurer une formation de base, le plus uniforme possible, dans les connaissances et les habiletés nécessaires à la poursuite de l'expérimentation, cette fois, en groupes séparés. Elle constituait en quelque sorte un moyen d'assurer un certain contrôle des prérequis à l'expérimentation proprement dite.

Pendant le déroulement de cette phase on a administré deux tests objectifs de rendement, un aux trois semaines, l'autre à la fin. Les résultats obtenus ont constitué un des critères pour la formation des paires d'élèves tel que décrit précédemment (voir page 23).

2.2 Deuxième phase:

Pendant cinq autres semaines, les deux groupes ont été séparés.

Les élèves ont été appelés à résoudre des problèmes d'automatismes selon le processus général décrit ci-après et en utilisant la méthode matricielle, dérivée de Karnaugh [1] qui comprend les sous-étapes suivantes:

---

(1) KARNAUGH, M., The map method for synthesis of combinational logic circuits, Communications and electronics, Transactions AIEE, 1953.

ETAPES DU PROCESSUS GENERAL	SOUS-ETAPES METHODE MATRICIELLE
ENONCE D'UN BESOIN D'AUTOMATISATION	Définition du problème.
ANALYSE DETAILLEE DU FONCTIONNEMENT LOGIQUE	Etablissement de la matrice primitive: déroulement des étapes; détermination des actions d'entrée et de sortie.
TRAITEMENT DES DONNEES	Etablissement du polygone des liaisons, de la matrice contractée, des matrices des sorties et des matrices des mémoires. Regroupements des cases et obtention des équations logiques de fonctionnement.
ELABORATION DU DIAGRAMME	Ordonnancement des éléments logiques. Détermination de la nature des éléments. Elaboration du diagramme et des interconnexions.
REALISATION DU CIRCUIT EN LABORATOIRE	Sélection des composants. Câblage et vérification des conditions logiques.

Dans leur cheminement, les élèves du groupe expérimental disposaient de deux micro-ordinateurs dans la salle de cours pour effectuer l'ensemble des étapes correspondantes au traitement des données. L'accès aux micro-ordinateurs se faisait sur une base individuelle ou en groupe, libre et volontaire. L'élève pouvait soumettre au micro-ordinateur les résultats de son analyse logique du problème et diriger, de façon interactive, le traitement. Une validation avec le professeur de l'ensemble des résultats remplaçait généralement la reprise collective des exercices au tableau.

Les élèves du groupe contrôle suivaient le même processus décrit mais ne disposaient pas des micro-ordinateurs pour effectuer le traitement des données, qu'ils devaient faire manuellement.

Un test de rendement administré à la fin complétait cette phase. Il s'agit du premier test pour fins d'analyse et d'interprétation des résultats.

2.3 Troisième phase:

Retour au travail en un seul groupe pour une durée de deux semaines.

Pendant cette phase, tous les élèves ont reçu un nouveau contenu théorique identique, nécessaire au déroulement de la phase suivante. La didactique utilisée a été la même que pendant la première phase. L'ordinateur n'a pas été utilisé.

Cet arrêt du travail en deux groupes distincts devait permettre aux élèves de s'intéresser à un nouveau départ commun et aussi de constater que le cheminement fait (contenu, exercices, laboratoires,...) par les deux groupes était le même.

Par ailleurs, il était important de discontinuer momentanément le travail en groupes séparés à cause des infiltrations possibles entre les travaux des deux groupes. En effet, ces élèves suivaient plusieurs autres cours ensemble et l'esprit de camaraderie qui régnait entre eux risquait la création de mécanismes d'aide qui pouvaient fausser les résultats de l'expérimentation.

2.4 Quatrième phase:

D'une durée de quatre semaines.

Retour au travail en groupes séparés (les mêmes étudiants dans les mêmes groupes). Reprise du même modèle didactique et du même processus décrit à la deuxième phase.

Un test de rendement a complété cette phase et l'expérimentation. C'est le deuxième test utilisé pour fins d'analyse et d'interprétation des résultats.

3. NATURE DES OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Essentiellement, à la fin du cours, les élèves devaient être en mesure de concevoir et de réaliser des systèmes d'automatisation de machines et d'installations industrielles diverses d'une complexité relativement importante. Ils devaient être en mesure de faire une analyse logique des conditions de fonctionnement d'un problème soumis, d'en tirer des données et de les traiter en vue d'obtenir les expressions logiques (équations) de fonctionnement. Ils devaient ensuite être en mesure de déterminer la nature des éléments qui constitueraient le circuit, d'en établir le diagramme et de procéder à sa réalisation en laboratoire sur simulateur pneumatique.

Il s'agissait donc d'être en mesure de résoudre des problèmes d'automatisation, en appliquant le processus général décrit précédemment (voir page 30).

Toutefois, il est entendu, d'une part, qu'il y avait des connaissances de base nécessaires avant de pouvoir aborder un tel processus et, d'autre part, que le degré de complexité des différentes étapes augmentait au fur et à mesure que le cours avançait.

A ce sujet, l'annexe III décrit les contenus couverts ainsi que le modèle suivi pour établir une graduation fine du degré de complexité des problèmes traités.

De façon plus spécifique, les objectifs des différentes phases de l'expérimentation étaient les suivants:

3.1 Première phase:

Il s'agissait surtout d'acquisition de connaissances et de compréhension portant sur les lois fondamentales de la logique et des mécanismes de traitement des données, ainsi que de leur application à des problèmes simples. C'était la phase où l'élève devait, essentiellement, s'outiller.

3.2 Deuxième phase:

Les apprentissages étaient de trois natures différentes selon l'étape du processus considérée:

° Lors de l'analyse du fonctionnement, l'élève apprenait à être rigoureux dans sa démarche, à développer ses capacités de raisonnement logique et à progresser de façon hypothético-déductive pour parvenir à enchaîner un ensemble de raisonnements logiques.

° Lors du traitement des données, l'élève devait faire preuve de capacités d'application des lois et des mécanismes déjà appris, pour l'essentiel, pendant la première phase. Il n'y avait pas, à proprement parler, de nouveaux apprentissages significatifs, tout au plus, une consolidation des acquis.

° Lors de l'élaboration du diagramme et de la réalisation du circuit, les élèves devaient faire preuve d'un éventail d'habiletés assez important, comprenant des éléments de connaissances, de compréhension, d'application, d'analyse et aussi de synthèse. Ce dernier aspect des apprentissages, quoique très intéressant, n'a pas été traité dans le présent travail.

3.3 Troisième phase:

Il s'agissait essentiellement du même type d'apprentissages que ceux réalisés à la première phase: acquisition de connaissances, compréhension et application, portant cependant sur des contenus assez distincts et plus complexes (voir Annexe III).

3.4 Quatrième phase:

Poursuite et développement des mêmes objectifs que ceux de la deuxième phase.

4. LES DIFFERENTS TRAITEMENTS

Comme nous avons pu le constater, le traitement du groupe expérimental et du groupe contrôle a été identique pendant les première et troisième phases. Le traitement a été distinct pendant les deuxième et quatrième phases. Cette différence a consisté à utiliser l'ordinateur (groupe expérimental) ou à ne pas l'utiliser (groupe contrôle) pour faire le traitement des données.

Son utilisation a permis de réduire substantiellement le temps que les élèves ont consacré au traitement. On a pu ainsi passer d'une importance relative d'environ 50% (soit environ 60 minutes pour le traitement, par rapport aux 60 minutes nécessaires pour l'ensemble des autres étapes) à quelque 15% (environ 15 minutes par rapport aux mêmes 60 minutes). De ces économies de temps en a résulté une redistribution des efforts d'apprentissage qui ont été orientés vers un plus grand développement des capacités de compréhension et d'analyse des problèmes.

C'est là l'essence même de notre problématique de départ et de l'hypothèse formulée.

Dans la prochaine partie du travail, nous allons essayer de dégager les corrélations qui existent entre les différents traitements et les résultats obtenus aux deux tests administrés.

CHAPITRE V

ANALYSE ET INTERPRETATION

DES RESULTATS

Analyse et interprétation des résultats

1. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Dans cette partie nous nous intéressons principalement à démontrer s'il existe ou non une différence significative entre les apprentissages faits par les élèves qui utilisaient l'ordinateur et ceux qui ne l'utilisaient pas.

Un niveau de signification impliquant un risque d'erreur égal ou inférieur à 5% nous autorisera à recevoir l'hypothèse formulée.

2. CHOIX DU TEST POUR L'ANALYSE DES DONNEES

Afin d'analyser si les résultats obtenus par les élèves aux deux tests présentent des différences significatives, nous avons utilisé le test non paramétrique de Wilcoxon.

Ce test a été retenu de préférence au test du signe car le premier tient compte, non seulement du sens de la différence entre les résultats obtenus à l'intérieur de chaque paire, mais aussi de l'ampleur de cette différence.

C'est ainsi que le test de Wilcoxon considère d'abord les différences obtenues, puis, sans égard au sens (positif ou négatif) de ces dernières, il leur associe un rang par ordre d'ampleur.

De toute évidence, si l'utilisation d'une variable expérimentale n'a pas produit des effets différents de ceux obtenus sans qu'elle soit utilisée, on devrait mesurer des différences dont le nombre et l'ampleur (ou rang) se répartiraient de façon équivalente du côté positif et du côté négatif (loi de probabilité). Si par contre, une variable expérimentale a produit des effets différents, on devrait mesurer des écarts dont le nombre et l'ampleur seront distribués différemment et qui indiqueront le sens des effets produits.

3. RESULTATS DU PREMIER TEST

Ce premier test a été administré simultanément aux neuf paires d'élèves à la fin de la deuxième phase de l'expérimentation (après cinq semaines de travail en groupes séparés).

Les deux tableaux suivants rendent compte des résultats obtenus après regroupement par niveau taxonomique.

Tableau no 2

Résultats du 1er Test NIVEAU TAXONOMIQUE 3.00: APPLICATION

PAIRE	GROUPE EXPERIM.	GROUPE CONTROLE	ECART d	RANG DE d	RANG SIGNE MOINS FREQUENT
1	90	95	--5	-1.5	
2	85	100	-15	-3.5	
3	75	75	0	0	0
4	75	100	-25	-5	
5	40	80	-40	-7	
6.	30	100	-70	-8	
7	80	95	-15	-3.5	
8	20	50	-30	-6	
9	85	90	- 5	-1.5	
					T=0

Nous pouvons observer à la lecture du tableau no 2 que tous les élèves du groupe expérimental sauf un, ont obtenu une note inférieure à celle de son vis-à-vis du groupe contrôle.

Les écarts mesurés portent le signe négatif car ils vont dans le sens contraire de l'hypothèse à vérifier. La signification de T=0 est qu'il n'y a aucun indice parmi les neuf résultats comparés qui va dans le sens de l'hypothèse.

En fait, nous serions fondés d'avancer qu'à ce stade de l'expérimentation, l'utilisation de l'ordinateur non seulement n'aurait pas amélioré les résultats maisau contraire les aurait affectés de façon négative.

Toutefois, le test dichotomique de Wilcoxon ne nous autorise qu'à répondre par la négative à l'hypothèse formulée. Autrement dit, l'hypothèse H_1 est rejetée pour le 1er Test au niveau taxonomique 3.00: Application.

Tableau no 3

Résultats du 1er Test NIVEAU TAXONOMIQUE 4.00: ANALYSE

PAIRE	GROUPE EXPERIM.	GROUPE CONTROLE	ECART d	RANG DE d	RANG SIGNE MOINS FREQUENT
1	95	73	+22	+ 4	
2	75	93	-18	- 3	-3
3	78	78	0	0	
4	73	88	-15	- 2	-2
5	63	95	-32	- 5	-5
6	75	75	0	0	
7	90	35	+55	+ 6	
8	78	70	+ 8	+ 1	
9	100	28	+72	+ 7	
					T= -10

Par ailleurs, le tableau no 3 indique que, pour le niveau taxonomique 4.00: ANALYSE, il y a des différences mesurées qui vont dans le sens de l'hypothèse (signe +) et d'autres qui vont dans le sens contraire (signe -). Il s'agit maintenant de vérifier si l'ensemble des indications contraires est assez significatif (plus de 5%) pour nous interdire de recevoir l'hypothèse.

Ces indications contraires sont représentées par la valeur T= -10. L'annexe II montre que dans le cas de n=9 (nombre de paires) la valeur maximale de T est égale à 6. En d'autres mots, les indications allant dans le sens contraire de l'hypothèse sont trop fortes et nous empêchent de la recevoir aussi pour cette partie du premier test.

4. RESULTATS DU DEUXIEME TEST

Le deuxième test a été administré aussi simultanément aux neuf paires d'élèves, après un total de neuf semaines de travail en groupes séparés.

Les deux tableaux suivants rendent compte des résultats obtenus après regroupement par niveau taxonomique.

Tableau no 4

Résultats du 2e Test NIVEAU TAXONOMIQUE 3.00: APPLICATION

PAIRE	GROUPE EXPERIM.	GROUPE CONTROLE	ECART d	RANG DE d	RANG SIGNE MOINS FREQUENT
1	84	80	+ 4	+ 1.5	
2	80	80	0	0	
3	100	60	+40	+ 4.5	
4	80	80	0	0	
5	40	100	-60	- 6	-6
6	80	80	0	0	
7	52	48	+ 4	+ 1.5	
8	52	12	+40	+ 4.5	
9	48	32	+10	+ 3	
					T=-6

On peut observer que les résultats du Tableau no 4 ne font état que d'un seul cas dont l'écart mesuré va dans le sens contraire à celui de l'hypothèse. Il est à noter que l'amplitude de l'écart étant fort importante, la valeur de T=-6 nous amène à la condition limite pour un niveau de signification de 5% (VOIR Annexe II).

Nous pouvons conclure cependant que nous sommes fondés de recevoir l'hypothèse pour cette partie du test.

Tableau no 5

Résultats du 2e Test NIVEAU TAXONOMIQUE 4.00: ANALYSE

PAIRE	GROUPE EXPERIM.	GROUPE CONTROLE	ECART d	RANG DE d	RANG SIGNE MOINS FREQUENT
1	94	86	+ 8	+4	
2	90	84	+ 6	+3	
3	86	58	+28	+5.5	
4	86	88	- 2	-1	-1
5	70	42	+28	+5.5	
6	82	86	- 4	-2	-2
7	88	56	+32	+7	
8	60	20	+40	+9	
9	84	48	+36	+8	
					T = -3

Ce dernier tableau des résultats indique que seulement deux cas présentent un écart négatif. De plus, l'amplitude des écarts étant faible, on obtient T = -3, ce qui nous autorise pleinement à recevoir aussi l'hypothèse pour cette partie du test.

Afin de dégager l'évolution de l'expérimentation nous allons maintenant procéder à une étude comparée des résultats des deux tests.

Les tableaux 6 et 7 présentent les résultats moyens obtenus par les deux groupes aux deux tests et par niveau taxonomique. Ces résultats moyens ont été regroupés en trois parties (rang supérieur, moyen et inférieur) de trois élèves chacune.

Tableau no 6

NIVEAU TAXONOMIQUE 3.00: APPLICATION	1er Test (20 items)		2e Test (25 items)	
	Gr. Contr.	Gr. Exp.	Gr. cont.	Gr. Exp.
1er Tiers (n = 3)	100 %	86.7 %	86.7 %	88 %
2e Tiers (n = 3)	93.3 %	76.7 %	73.3 %	70.7 %
3e Tiers (n = 3)	68.3 %	30 %	30.7 %	46.7 %
MOYENNE (n = 3)	87.2 %	64.47%	63.57%	68.47%

Tableau no 7

NIVEAU TAXONOMIQUE 4.00: ANALYSE	1er Test (27 items)		2e Test (25 items)	
	Gr. Contr.	Gr. Exp.	Gr. Contr.	Gr. Exp.
1er Tiers (n = 3)	92 %	95 %	86.7 %	90.7 %
2e Tiers (n = 3)	75.3 %	77 %	66.0 %	85.3 %
3e Tiers (n = 3)	44.3 %	70.3 %	36.7 %	70.7 %
MOYENNE (n = 3)	70.53%	80.77%	63.13%	82.23%

Du tableau no 6, nous pouvons dégager qu'au premier test, l'ensemble du groupe expérimental obtient des notes plus faibles que le groupe contrôle. Une différence très importante est enregistrée au niveau du troisième tiers. Cependant, au deuxième test, la situation générale s'est modifiée: le premier et le deuxième tiers obtiennent des notes sensiblement égales, tandis qu'au troisième tiers, le groupe expérimental les obtient nettement supérieures.

Pour ce qui est du tableau no 7, nous pouvons observer que dès le premier test les résultats du groupe expérimental sont supérieurs; légèrement pour ce qui est du premier et du deuxième tiers et très supérieurs pour le troisième tiers. La même situation se reproduit pour le deuxième test alors que les écarts sont encore beaucoup plus substantiels.

5. INTERPRETATION DES RESULTATS

De ces observations, il est plausible de dégager les tendances suivantes:

1° Il semble que, pour ce qui est du niveau taxonomique 3.00: Application, la variable expérimentale ait d'abord causé une évolution allant dans le sens contraire, puis dans le sens de l'hypothèse.

Du tableau no 6, nous pouvons dégager qu'au premier test, l'ensemble du groupe expérimental obtient des notes plus faibles que le groupe contrôle. Une différence très importante est enregistrée au niveau du troisième tiers. Cependant, au deuxième test, la situation générale s'est modifiée: le premier et le deuxième tiers obtiennent des notes sensiblement égales, tandis qu'au troisième tiers, le groupe expérimental les obtient nettement supérieures.

Pour ce qui est du tableau no 7, nous pouvons observer que dès le premier test les résultats du groupe expérimental sont supérieurs; légèrement pour ce qui est du premier et du deuxième tiers et très supérieurs pour le troisième tiers. La même situation se reproduit pour le deuxième test alors que les écarts sont encore beaucoup plus substantiels.

5. INTERPRETATION DES RESULTATS

De ces observations, il est plausible de dégager les tendances suivantes:

1° Il semble que, pour ce qui est du niveau taxonomique 3.00: Application, la variable expérimentale ait d'abord causé une évolution allant dans le sens contraire, puis dans le sens de l'hypothèse.

Une explication possible à cette évolution serait que l'utilisation de l'ordinateur ait nécessité un certain temps d'adaptation pendant lequel les apprentissages n'auraient pas progressé au rythme nécessaire. La familiarisation terminée cependant, une rapide récupération semble s'être produite.

2° Il semble au contraire que pour ce qui est du niveau taxonomique 4.00: Analyse, il y ait eu une évolution constante et progressive allant toujours dans le sens de l'hypothèse.

3° Dans tous les cas, sauf un (onze cas sur douze), le sens de l'effet mesuré (positif ou négatif) de la variable expérimentale est le même pour chacun des trois tiers et pour chaque groupe.

4° Dans tous les cas les effets mesurés de la variable expérimentale ont été largement plus importants chez les élèves du 3^{e} tiers que chez les autres.

L'ensemble de ces observations et tendances nous incite à penser que:

- Les effets mesurés ont été, effectivement, causés par la variable expérimentale.

- Les effets mesurés vont, effectivement, dans le sens de l'hypothèse, mais seulement après un certain temps d'utilisation. Autrement dit, les effets bénéfiques du procédé par ordinateur n'apparaissent pas immédiatement.

- Les élèves plus faibles sont ceux qui en bénéficient le plus.

CHAPITRE VI

CONCLUSIONS

Conclusions

Ce projet visait à vérifier si par une redistribution des temps d'apprentissage, on pouvait parvenir à développer chez les élèves des capacités intellectuelles supérieures dans le domaine des automatismes.

Pour y parvenir nous nous sommes d'abord intéressés à réduire substantiellement la durée de l'étape du traitement des données dans le processus de résolution de problèmes, car elle s'avère longue et stérile du point de vue des apprentissages réalisés. Cette réduction devait permettre de consacrer les efforts des élèves à d'autres aspects plus significatifs.

Le moyen choisi pour parvenir à la redistribution des temps d'apprentissage a consisté à utiliser l'ordinateur pour faire le traitement des données. Il a fallu qu'en premier lieu nous développions le logiciel nécessaire pour effectuer ce traitement.

Dans un deuxième temps nous nous sommes intéressés à expérimenter l'utilisation du logiciel pour mesurer son impact sur les apprentissages des élèves.

L'expérimentation a été conduite auprès de dix-huit élèves inscrits au cours d'automatismes 241-270 du programme de Technologie de la mécanique du Collège de Valleyfield. Nous avons formé deux groupes de neuf élèves chacun. Un desdits groupes a constitué le groupe expérimental et s'est servi de l'ordinateur (et du logiciel mentionné pour effectuer le traitement des données. L'autre, le groupe contrôle, a fait le traitement de façon conventionnelle.

L'utilisation de l'ordinateur a permis, tel que prévu, une réduction substantielle du temps nécessaire aux élèves pour faire le traitement des données; ce qui a permis une redistribution des temps d'apprentissage en faveur du développement d'un plus haut niveau d'habiletés intellectuelles.

Les résultats mesurés aux deux tests administrés pendant l'expérimentation tendent à démontrer qu'effectivement, les élèves du groupe expérimental atteignent à la fin un plus haut degré d'habileté, d'application et d'analyse. Il n'est pas étrange que pour ce qui est de l'application il y ait eu d'abord une baisse chez les élèves du groupe expérimental par rapport à ceux du groupe contrôle car l'utilisation de l'ordinateur demande nécessairement un certain temps d'adaptation.

L'analyse des résultats obtenus nous porte à conclure que nous pouvons affirmer notre hypothèse de départ mais dans le cas du deuxième test seulement.

Cependant, le petit nombre d'élèves impliqués dans l'expérimentation, d'une part, et les résultats peu concluants obtenus lors du premier test, d'autre part, nous obligent à beaucoup de prudence quant aux conclusions définitives.

Pour ce qui est du logiciel, bien que de toute évidence il y a lieu de l'améliorer, notamment pour ce qui est du temps de traitement et des modalités d'entrée des données, nous sommes d'avis qu'il constitue un outil de base pour l'enseignement des automatismes. Disponible dans une salle de cours, il permettrait, au besoin, de faire un traitement rapide des données, de vérifier des solutions trouvées manuellement ou encore d'explorer de façon exhaustive les multiples solutions à un même problème.

ANNEXE I

ELABORATION DU LOGICIEL

Elaboration du logiciel

1. BUT DU PROGRAMME

Ce programme a pour but d'effectuer sur micro-ordinateur, le traitement des données d'un problème d'automatismes, par la méthode matricielle dérivée de Karnaugh.

Le programme est écrit en langage BASIC et la présente version fonctionne sur micro-ordinateur RADIO-SHACK TRS-80 Modèle I ou III. Le micro-ordinateur doit avoir 32K de mémoire principale et il doit être équipé d'une unité de disquette.

Le programme est entièrement interactif et les sorties se font toutes sur l'écran cathodique du micro-ordinateur.

Le programme peut faire le traitement des données pour des technologies monostables ou bistables.

2. DESCRIPTION DES PHASES DU PROGRAMME

Le programme est divisé en six phases de traitement.

2.1 Phase I: Initialisation et entrée du code réfléchi:

Le code réfléchi réside dans un fichier sur disquette et doit être lu à chaque fois que le programme est exécuté.

Lorsqu'il a été lu, le code réfléchi réside dans une matrice de dimension 256 X 3.

Pour accélérer le traitement, le programme utilise uniquement des variables entières, et celles qui sont le plus souvent utilisées sont déclarées au début.

2.2 Phase II: Entrée du nombre de variables, de la matrice primitive, du nombre de sorties et de la matrice des sorties:

L'usager doit entrer le nombre de variables du problème à traiter, celui-ci ne doit pas dépasser 4.

Ensuite l'usager entre chaque élément de la matrice primitive. Il entre la valeur numérique de l'élément suivi de son état («S» pour stable et ⊕ pour transitoire).

L'usager doit également entrer le nombre de sorties et la matrice des sorties.

2.3 Phase III: Construction de la matrice contractée:

Le programme construit chaque matrice contractée en utilisant chaque ligne comme point de départ. Ainsi, si une matrice primitive contient 4 lignes, alors 4 matrices contractées seront produites par le programme.

La construction se fait en fusionnant successivement les lignes de la matrice. Ainsi, 2 lignes sont fusionnables si, et seulement si, les éléments de ces lignes, dans une même colonne, sont identiques (c'est-à-dire, sont de même valeur, stables ou transitoires) ou un des éléments est nul.

2.4 Phase IV: Construction de la matrice de sortie pour chaque variable:

La matrice de sortie de chacune des variables est produite en utilisant une copie de la matrice contractée et de la matrice des sorties. Ainsi, les éléments de cette matrice sont, soit des 0 (ZERO), des 1 (UN) ou des 2 (DEUX, pour les ϕ (phy)).

2.5 Phase V: Construction de la matrice de sortie pour chaque mémoire:

Les matrices de chaque mémoire sont construites après les matrices de sortie de chaque variable. Le nombre de mémoires est établi en fonction du nombre de lignes de la matrice contractée.

2.6 Phase VI: Etablissement des termes de l'équation logique de fonctionnement, correspondant aux regroupements maximums des cases:

Les cases obligatoires (valeur = 1) sont regroupées et les cases indifférentes (valeur = ϕ) sont utilisées au besoin pour maximiser les regroupements.

Il y a ensuite affichage de l'expression Booleenne de chacun des regroupements effectués. Dans le cas d'un traitement pour appareils à technologie bistable, les regroupements se font d'abord dans le sens vertical de façon à éviter une mémoire supplémentaire. Si le regroupement vertical ne permet pas de compléter la solution, un regroupement normal est alors effectué.

ANNEXE II

TEST NON PARAMETRIQUE DE

WILCOXON

TABLE DES VALEURS LIMITES DE T

Table of Critical Values of T in the Wilcoxon Matched-Pairs Signed-Ranks Test

N	Level of significance, direction predicted		
	.025	.01	.005
	Level of significance, direction not predicted		
	.05	.02	.01
6	0	—	—
7	2	0	—
8	4	2	0
9	6	3	2
10	8	5	3
11	11	7	5
12	14	10	7
13	17	13	10
14	21	16	13
15	25	20	16
16	30	24	20
17	35	28	23
18	40	33	28
19	46	38	32
20	52	43	38
21	59	49	43
22	66	56	49
23	73	62	55
24	81	69	61
25	89	77	68

SOURCE: F. Wilcoxon, Some Rapid Approximate Statistical Procedures, American Cyanamid Company, New York, 1949, table I, p. 13, with the kind permission of the author and publisher.

Tiré de: «Educational Statistics, use and interpretation» 2e édition; par N. James Popham et Kenneth A. Sirotnik. Editeur: Harper and Row (1973).

ANNEXE III

CONTENUS DE COURS TRAITES

Les contenus de cours traités

Les contenus de cours traités à chacune des quatre phases de l'expérimentation décrites au chapitre IV ont été les suivants:

° Première phase:

Logique fondamentale: Algèbre de Boole, propriétés, identités logiques de base. Fonctions OUI, NON et ET. Théorèmes de De Morgan. Tableau de Karnaugh: minimisation des expressions logiques, lois des regroupements des cases, équations de fonctionnement. Logique combinatoire: cas permettant la résolution directe sur tableau de Karnaugh; cas nécessitant l'établissement d'une matrice primitive. Le polygone des liaisons et la matrice contractée; Les matrices des sorties. Logique séquentielle avec appareils à technologie monostable: Les temps de réponse; notion de «mémoire»; La matrice «mémoire». Etablissement de logigrammes et de diagrammes. Réalisation de circuits en laboratoire.

° Deuxième phase:

Traitement de problèmes de logique séquentielle, de degré de complexité croissante, pour des appareils à technologie monostable.

Le degré de complexité étant caractérisé par:

1- Le niveau de difficulté de l'analyse du problème, celui-ci étant déterminé à son tour par:

   a) Le nombre de variables d'entrée ou sources d'information (ex.: boutons poussoirs, capteurs de fin de course, etc).

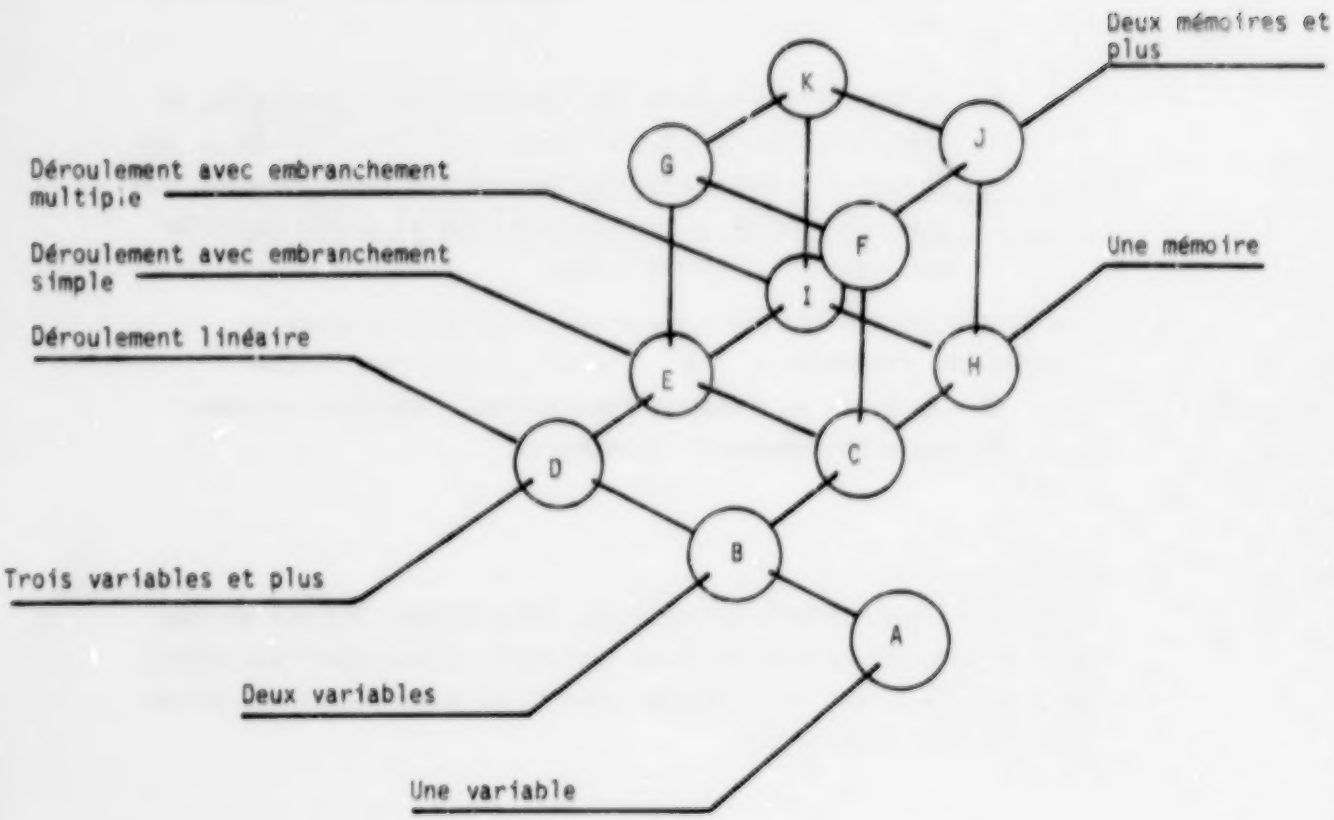
   b) Le type de déroulement de l'automatisme, c'est-à-dire, du type d'éventualités à considérer (ex.: possibilité ou non d'interagir dans le système pendant son fonctionnement, apparition répétée ou non d'entrées égales devant entraîner des réponses distinctes, etc).

2- La complexité du traitement des données, dépendant notamment du nombre de «mémoires» nécessaires.

C'est ainsi que, pendant cette phase, les problèmes ont été abordés dans un ordre de complexité mixte croissant correspondant aux étapes de A jusqu'à G dans le diagramme suivant, ce qui a permis une graduation fine des difficultés.

Diagramme illustrant l'ordre de complexité croissant des problèmes traités.

- Deuxième phase: de A à G
- Quatrième phase: de E à K



° Troisième phase:

Les appareils à technologie bistable: distributeurs à double pilotage; particularités; détermination des signaux obligatoires, indifférents et interdits. Les matrices de sortie doubles. Regroupements avec et sans mémoire supplémentaire. La matrice simplifiée. Le diagramme du cycle et les états aux sommets. Logigrammes et diagrammes complexes.

° Quatrième phase:

Traitement de problèmes de logique séquentielle de degré de complexité croissant pour des appareils à technologie bistable.

Le degré de complexité couvert pendant cette quatrième phase correspond aux étapes E jusqu'à K dans le diagramme précédent.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLARD, G., Cours d'automatique industrielle, Technique et vulgarisation, Paris, 1970, Tomes I et II.

- BAILLARGEON, G. et RAINVILLE, J., Introduction à la statistique appliquée une approche multidisciplinaire, S.M.G., Trois-Rivières Québec, 1976.

- BISSINGER, N. et MEIXNER, H., Commande digitale circuits logiques et circuits-mémoire simples, in Festo Didactic, Berkheim (RFA), 1979.

- BLANCHARD, M., Comprendre, maîtriser et appliquer le grafcet, CEPADUES, Toulouse, 1979.

- BLOOM, B., S. et al, Taxonomy of Educational Objectives, Handbook: Cognitive Domain, David McKay, N.Y., 1956.

- BOURBONNE, C. et COJEAN, J., Les systèmes automatisés de la connaissance à la conception, Foucher, Paris, 1979.

- CALDWELL, S., H., Switching circuits and logical design, John Wiley & Sons, New York, 1967.

- CHAPPERT, R., COJEAN, J., THIBERVILLE, L. et CAMPA, A., Les Automatismes, expérimentation, installation, dépannage, Foucher, Paris, 1970.

- CHAPUIS, M., Introduction à la méthode matricielle, Desforges, Paris, 1972.

- CHEVALIER, G., Pour une politique d'utilisation pédagogique de l'ordinateur, Ministère de l'Education du Québec, Montréal, 1978.

- COJEAN, J., CHAPPERT, R. et CAMPA, A., L'automatique par les problèmes, Foucher, Paris, 1974.

- DE LANDSHEERE, V., DE LANDSHEERE, G., Définir les objectifs de l'éducation, Presses Universitaires de France, Paris, 1976.

- DELISLE, J., DESCHENES, P.A., Introduction aux circuits logiques, LIDEC, Montréal Québec, 1970.

- FLETCHER, W. I., An engineering approach to digital design, Prentice-Hall, 1978.

- HASEBRINK, J. P., KOBLER, R., Technique de commande I, Festo Didactic, Berkheim (RFA), 1972.

- KARNAUGH, M., The map method for synthesis of combination logic circuits, in Communications & Electronics, Transactions AIEE, 1953.

- MAGER, R., Preparing Instructional Objectives, Fearon, Californie, 1962, traduit par G. Décote, Comment définir des objectifs pédagogiques, Gauthier-Villars, Paris, 1969.

- MEIXNER, H. et KIBLER, R., Initiation à la technique pneumatique, Festo Didactic, Berkheim (RFA), 1972.

- MEYNARD, F., Le développement des applications pédagogiques de l'ordinateur dans les Cégeps, Ministère de l'Education du Québec, Montréal, 1979.

- NASLIN, P., Circuits logiques et automatiques à séquences, Dunod, Paris, 1965.

- PEULOT, E., Automatique, Hachette, Paris, 1971.

- POPHAM, W. J. et SIROTNIK, K. A., Educational Statistics Use and interpretation, Harper & Row, New York, 1973.

- PRUDHOMME, R., Automatique, Masson & Cie, Paris, 1970.

- SELTIZ, C., WRIGHTSMAN, I.S. et COOK, S.W., Les méthodes de recherche en sciences sociales, Montréal: HRW, 1977.

- TOUILLIEZ, R., CHAPUIS, M. et CROS, J.P., Technologie de l'Automatisation, Desforges, Paris, 1975.

- TOUILLIEZ, R. et CROS, J.P., Automatisme, Claude Hermant, Paris, 1970.

- VALLEE, R.L., Problèmes d'automatismes numériques, Masson & Cie, Paris, 1974.

- WARWICK, D.P. et LININGER, CH. A., The Sample Survey: Theory and Practice, Mc Graw-Hill, New York, 1975.